



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO
SOBRE LA SEGURIDAD VIAL UTILIZANDO LA NORMA DG
2013 EN LA CARRETERA CAJAMARCA - BAMBAMARCA
EN EL TRAMO DEL KM 1+000 HASTA EL KM 5+000”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Gerson Kelvin Medina Cruzado

Asesor:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca – Perú

2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Gerson Kelvin Medina Cruzado**, denominada:

**“ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO SOBRE LA SEGURIDAD
VIAL UTILIZANDO LA NORMA DG 2013 EN LA CARRETERA CAJAMARCA -
BAMBAMARCA EN EL TRAMO DEL KM 1+000 HASTA EL KM 5+000”**

Ing. Alejandro Cubas Becerra
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
JURADO

Mg. Ing. Jhonny Alejandro Ignacio Malca
JURADO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Justificación	15
1.4. Limitaciones.....	16
1.5. Objetivos.....	16
1.5.1. Objetivo General	16
1.5.2. Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.1.1. Antecedentes internacionales	17
2.1.2. Antecedentes nacionales	18
2.2. Bases teóricas	20
2.2.1. Manual de Diseño Geométrico de carreteras (DG 2013).....	20
2.2.2. Carretera.....	20
2.2.3. Clasificación de las carreteras.....	21
2.2.3.1. Clasificación por demanda	21
2.2.3.2. Clasificación por orografía.....	23
2.2.4. Diseño geométrico	24
2.2.5. Criterios y controles básicos para el diseño geométrico	24
2.2.5.1. Vehículo de diseño.....	24
2.2.6. Características del tránsito	24
2.2.6.1. Índice medio diario anual (IMDA)	25
2.2.7. Velocidad de diseño	25
2.2.8. Distancia de visibilidad	26
2.2.9. Diseño geométrico en planta.....	29
2.2.9.1. Curvas circulares	29

2.2.9.2.	Radio s mínimos	30
2.2.9.3.	Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño	32
2.2.9.4.	Transición de peralte.....	33
2.2.9.5.	Sobreeancho.....	34
2.2.10.	Diseño geométrico de la sección transversal.....	35
2.2.10.1.	Calzada o superficie de rodadura.....	35
2.2.10.2.	Bermas	35
2.2.10.3.	Banquetas de visibilidad.....	36
2.2.11.	Diseño geométrico en perfil.....	37
2.2.11.1.	Pendiente.....	37
2.2.11.2.	Curvas verticales.....	38
2.2.11.3.	Tipos de curvas verticales.....	38
2.2.11.4.	Longitud de las curvas convexas	39
2.2.11.5.	Longitud de las curvas cóncavas	41
2.2.11.6.	Curva vertical simétrica.	42
2.2.12.	Seguridad vial	43
2.2.12.1.	Factores que influyen en los accidentes.....	43
2.3.	Definición de términos básicos.....	45
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....		46
3.1.	Formulación de la hipótesis	46
3.2.	Variables.....	46
3.2.1.	Variable Independiente.	46
3.2.2.	Variable Dependiente.....	46
3.3.	Operacionalización de variables	46
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS		47
4.1.	Tipo de diseño de investigación.....	47
4.2.	Material.....	47
4.2.1.	Unidad de estudio.	47
4.2.2.	Población.	47

4.2.3. Muestra	47
4.3. Métodos.....	48
4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos	48
CAPÍTULO 5. DESARROLLO	49
5.1. Reconocimiento de la zona de estudio.....	49
5.2. Medición de las secciones transversales típicas.	52
5.3. Levantamiento topográfico.....	55
5.4. Determinación del IMDS.	56
5.5. Clasificación por demanda de tráfico en la vía.	58
5.6. Determinación de la orografía de la zona en estudio.	58
5.7. Velocidad de diseño.....	59
5.8. Elección del vehículo de diseño.	59
5.9. Medición del peralte de las curvas.	59
5.10. Estudio del diseño geométrico de la carretera.	60
CAPÍTULO 6. RESULTADOS	62
6.1. Conteo vehicular en la Carretera Cajamarca – Bambamarca.	62
6.2. Clasificación de la carretera por su demanda.	69
6.3. Clasificación de la carretera por orografía.....	69
6.4. Elección del vehículo de diseño.	72
6.5. Elección de la velocidad de diseño	73
6.6. Determinación el ancho mínimo de la vía	74
6.7. Determinación el ancho mínimo de las bermas.....	75
6.8. Cálculo de radios en las curvas horizontales	76
6.9. Peraltes medidos en las curvas horizontales	78
6.10. Determinación del radio mínimo en curvas horizontales	79
6.11. Determinación del peralte máximo y mínimo.....	80
6.11.1. Peralte máximo	80
6.11.2. Peralte mínimo	80
6.12. Cálculo de los sobreanchos	83

6.12.1. Determinación de la distancia “L”	83
6.12.2. Cálculo de los sobreeanchos	84
6.13. Sobreeanchos viables en la vía	85
6.14. Determinación de la pendiente máxima y mínima	86
6.15. Cálculo de las longitudes de las curvas verticales existentes en la vía	86
6.16. Distancia de visibilidad de parada.....	88
6.17. Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	93
6.18. Verificación de banquetas de visibilidad.....	93
6.19. Cálculo de longitud mínima de curvas verticales convexas	97
6.20. Cálculo de longitud mínima de curvas verticales cóncavas	97
6.21. Comparación de la geometría de la carretera Cajamarca – Bambamarca con lo establecido en la Norma DG, 2013.	98
6.21.1. Planta.....	98
6.21.2. Sección transversal	101
6.21.3. Perfil.....	102
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN	106
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS.....	113
ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	25
Tabla N° 2: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....	31
Tabla N° 3: Anchos mínimos de calzada en tangente.....	35
Tabla N° 4: Ancho de bermas.....	36
Tabla N° 5: Pendientes máximas (%).....	37
Tabla N° 6: Matriz de variables.....	46
Tabla N° 7: Delimitación de las secciones transversales típicas.....	51
Tabla N° 8: Parámetros geométricos.....	60
Tabla N° 9: Conteo vehicular (lunes 26/10/2015).....	62
Tabla N° 10: Conteo vehicular (martes 27/10/2015).....	63
Tabla N° 11: Conteo vehicular (miércoles 28/10/2015).....	64
Tabla N° 12: Conteo vehicular (jueves 29/10/2015).....	65
Tabla N° 13: Conteo vehicular (viernes 30/10/2015).....	66
Tabla N° 14: Conteo vehicular (sábado 31/10/2015).....	67
Tabla N° 15: Conteo vehicular (domingo 01/11/2015).....	68
Tabla N° 16: Resumen de la contabilización vehicular.....	69
Tabla N° 17: Determinación de la orografía (Progresiva 01+350).....	70
Tabla N° 18: Determinación de la orografía (Progresiva 01+970).....	70
Tabla N° 19: Determinación de la orografía (Progresiva 04+020).....	71
Tabla N° 20: Determinación de la orografía (Progresiva 04+990).....	71
Tabla N° 21: Resumen de la cantidad de vehículos por tipo.....	72
Tabla N° 22: Cálculo de radios.....	77
Tabla N° 23: Peraltes medidos en las curvas.....	78
Tabla N° 24: Determinación de los peraltes mínimos.....	82
Tabla N° 25: Cálculo de los sobrecanchos.....	84
Tabla N° 26: Sobrecanchos viables en la vía.....	85
Tabla N° 27: Longitud de curvas verticales.....	87
Tabla N° 28: Cálculo de las distancias de visibilidad de parada.....	92
Tabla N° 29: Cálculo de $a_{m\acute{a}x}$	96
Tabla N° 30: Cálculo de la longitud mínima de curvas verticales convexas.....	97

Tabla N° 31: Cálculo de la longitud mínima de curvas verticales cóncavas	97
Tabla N° 32: Comprobación de distancia de adelantamiento.....	98
Tabla N° 33: Comprobación de los radios existentes en la vía.....	99
Tabla N° 34: Comprobación de los peraltes existentes en la vía.....	100
Tabla N° 35: Comprobación de los sobreeanchos	101
Tabla N° 36: Comprobación de los anchos de la calzada y bermas.....	101
Tabla N° 37: Banquetas de visibilidad necesarias.....	101
Tabla N° 38: Pendientes mínimos y máximos	102
Tabla N° 39: Comprobación de la longitud de las curvas verticales convexas	103
Tabla N° 40: Comprobación de la longitud de las curvas verticales convexas	103
Tabla N° 41: Cuadro resumen de resultados del Diseño Geométrico	104
Tabla N° 42: Resumen de dispositivos existentes de control de tránsito.....	105
Tabla N° 43: Alternativas de solución para las deficiencias existentes.....	109
Tabla N° 44: Puntos topográficos	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Distancia de visibilidad de parada.....	27
Figura N° 2: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	28
Figura N° 3: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	29
Figura N° 4: Simbología de la curva circular.	30
Figura N° 5: Peralte en cruce de áreas urbanas	32
Figura N° 6: Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4).....	32
Figura N° 7: Transición de peralte	33
Figura N° 8: Determinación del $a_{máx}$	36
Figura N° 9: Tipos de curvas verticales convexas.....	38
Figura N° 10: Tipos de curvas verticales cóncavas.....	39
Figura N° 11: Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada.....	39
Figura N° 12: Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso.....	40
Figura N° 13: Longitud mínima en curvas verticales cóncavas	41
Figura N° 14: Curva vertical simétrica.....	42
Figura N° 15: Sección transversal típica N° 1	52
Figura N° 16: Sección transversal típica N° 2	53
Figura N° 17: Sección transversal típica N° 3	53
Figura N° 18: Sección transversal típica N° 4	54
Figura N° 19: Sección transversal típica N° 5	54
Figura N° 20: Sección transversal típica N° 6	55
Figura N° 21: Sección Transversal Típica según Norma DG 2013.....	76
Figura N° 22: Longitud máxima de un C2	83
Figura N° 23: Curva vertical 1	88
Figura N° 24: Curva vertical 10	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Cantidad de vehículos según el tipo de vehículo	73
---	----

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los efectos del Diseño Geométrico sobre la Seguridad Vial de la carretera Cajamarca – Bambamarca en el tramo comprendido entre el Kilómetro 01+000 y el Kilómetro 05+000. Se clasificó a la carretera obteniéndose que esta pertenece a la red vial Nacional (longitudinal de la sierra, ruta PE-3N); por su demanda es una carretera de Primera Clase y por su orografía es de topografía accidentada. Los parámetros geométricos considerados para la evaluación de la carretera fueron: radios mínimos, peraltes mínimos y máximos, sobrecanchos, banquetas de visibilidad, ancho de la calzada, anchos de bermas, pendientes mínimas y máximas, longitud de curvas verticales y distancias de visibilidad. Se realizó el levantamiento topográfico del eje de la vía con la finalidad de obtener las características geométricas de la carretera, procediéndose luego a la evaluación de dichas características considerando lo normado en las DG 2013, obteniendo los siguientes resultados: de las 30 curvas horizontales existentes, 6 cumplen con el peralte requerido, 5 con el sobrecancho establecido por la norma, 8 curvas no cumplen con el ancho máximo de la banqueta de visibilidad. Asimismo, se comprobó que el ancho de la calzada cumple con lo estipulado en la norma, mientras que las bermas no tienen el ancho requerido y que 3 curvas verticales no llegan a cumplir con la pendiente establecida. En lo referente a la visibilidad, se determinó que ninguno de los tramos rectos llega a cumplir con la distancia mínima de visibilidad de adelantamiento, de igual forma 1 curva vertical no tiene la distancia mínima de visibilidad de parada. Como conclusión de tal evaluación se determinó, que la carretera tiene características que no están de acuerdo con la normatividad vigente, y como consecuencia de ello es que podemos afirmar que la vía no presenta las condiciones necesarias para un tráfico seguro, cómodo y económico.

ABSTRACT

This research aims to determine the effects of Geometric Design Road Safety of the road Cajamarca - Bambamarca in the section between Kilometer 01 + 000 and km 05 + 000. He qualified on the road give it belongs to the (longitudinal saw, PE-3N route) National road network; their demand is a first class road and its terrain is hilly topography. The geometric parameters considered for the assessment of the road were: minimum radii, minimum and maximum camber, widenings, banquettes visibility, width of the road, berm widths, minimum and maximum slopes, length of vertical curves and sight distances. the survey of the centreline of the track in order to obtain the geometric characteristics of the road was done, then proceeding to the evaluation of these characteristics considering the provisions contained in the DG 2013, with the following results: of the 30 existing horizontal curves, 6 comply with the required camber, 5 with the widening set by the standard, 8 curves do not meet the maximum width of the sidewalk visibility. It was also found that the width of the road complies with the provisions of the standard, while berms do not have the required width and 3 vertical curves fail to comply with the slope established. In terms of visibility, it was determined that none of the straight sections get to meet the minimum passing sight distance, just as 1 vertical curve does not have the minimum stopping sight distance. In conclusion of this assessment it was determined that the road has features that are not in accordance with current regulations, and as a result we can say that the road does not have the conditions for safe, affordable and convenient traffic.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

1. Alonzo, L. A., & Rodríguez, G. J. (2005). Carreteras. Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.
2. Bañón, L., & Beviá, J. (2000). Manual de Carreteras (Tomo I). Alicante: Ortiz e Hijos.
3. Cárdenas, J. (2004). Diseño Geométrico de Carreteras. ECOE Ediciones.
4. Centro de Diagnóstico Automotor del Valle. (2008). Seguridad Vial: accidentes y análisis. Colombia.
5. Cobeñas, P. (2012). Sistemas de Contención Vehicular. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
6. Comunidad Andina . (2014). Parque vehicular en la Comunidad Andina.
7. Guzmán, M. (2014). Análisis de Seguridad vial de las zonas pobladas de cuatro tramos de la carretera IIRSA Norte. Piura: Universidad de Piura.
8. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (Consultado el 25 de Noviembre 2015). Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones. Obtenido de <http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD/inicio.html#app=8d5c&49c3-selectedIndex=1&93f0-selectedIndex=2>
9. Izuzu. (Consultado el 30 de Noviembre del 2015). Izuzu FORWARD 800. Obtenido de <http://isuzumex.com.mx/forward>
10. Landeau, R. (2007). Elaboración de Trabajos de Investigación. Caracas: Editorial Alfa.
11. Manríquez, D. A. (2010). Estudio de Seguridad Vial para caminos llanos de la Región del Bío-Bío del Programa Caminos Básicos 5000. Concepción: Universidad del Bío-Bío.
12. Morales, H. A. (2006). Ingeniería Vial I. Santo Domingo: Editora Búho.
13. MTC. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos. Lima: Gobierno del Perú.
14. MTC. (2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Lima: Gobierno del Perú.
15. MTC. (2008). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: Gobierno del Perú.
16. MTC. (2013). Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: Gobierno del Perú.

17. MTC. (Consultado el 22 de octubre del 2016). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/RD%20N%C2%B0%20028_2014_MTC_14%20\(30_10_2014%20Aprueba%20DG%202014\).PDF](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/RD%20N%C2%B0%20028_2014_MTC_14%20(30_10_2014%20Aprueba%20DG%202014).PDF)
18. Organización Mundial de la Salud. (2013). Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial 2013.
19. Perez, E., & Lastre, J. (2014). Evaluación de puntos críticos de Accidentalidad Vial en la ciudad de Sincelejo. Cartagena: Universidad de Cartagena.
20. RPP. (Consultado el 14 de Setiembre del 2016). RPP Noticias. Obtenido de <http://rpp.pe/peru/cajamarca/accidente-de-transito-dejo-un-muerto-en-la-via-cajamarca-bambamarca-noticia-971393>